

محاضرة

دوائر

فاك الشفرة (Decoder) والمشفّر (Encoder)

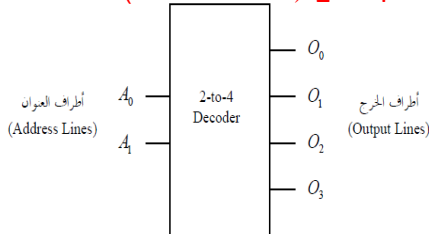
By: Zahra Elashaal

فاك الشفرة (Decoder)

N Address Lines

2^N Output Lines

(2-to-4 Decoder) $2^n = 4$



لتسمية Decoder، نذكر في الاسم عدد أطراف الدخّل ثم عدد أطراف الخرج وبينهما كلمة إلى (to)

#	A_1	A_0	O_3	O_2	O_1	O_0
0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
2	1	0	0	1	0	0
3	1	1	1	0	0	0

فاك الشفرة عبارة عن دائرة منطقية لها عدة أطراف خرج (Output Lines). واحد فقط من أطراف الخرج هذه يكون نشطاً (Active) أما بقية أطراف الخرج تكون غير نشطة. طرف الخرج النشط يظهر فيه القيمة المنطقية 1، أما بقية أطراف الخرج (غير النشطة) فتظهر في كل منها القيمة المنطقية 0. يتم اختيار طرف الخرج النشط بواسطة أطراف الدخّل للدائرة والتي تسمى أطراف العنوان (Address Lines)، فلكل طرف من أطراف الخرج عنوان (Address) فريد يميزه، وهذا العنوان عبارة عن شفرة ثنائية (Binary Code) عندما توضع على أطراف العنوان ينشط طرف الخرج المقابل لذلك العنوان.

التعبيرات المنطقية:

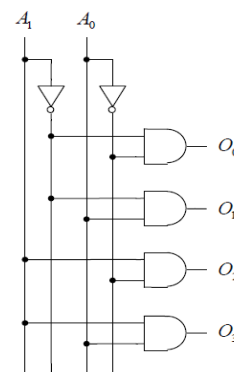
باستخدام الحدود الصغرى (minterms)

$$O_0 = \overline{A_1} \cdot \overline{A_0} = m_0$$

$$O_1 = \overline{A_1} \cdot A_0 = m_1$$

$$O_2 = A_1 \cdot \overline{A_0} = m_2$$

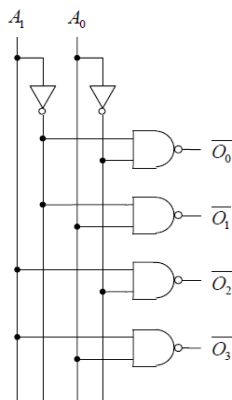
$$O_3 = A_1 \cdot A_0 = m_3$$



الدائرة المنطقية:

نلاحظ أن الدائرة المنطقية Decoder تتكون أساساً من مجموعة من بوابات AND بعدد أطراف الخرج.

فاك الشفرة (Decoder)



أحياناً يتم استبدال بوابات AND في دائرة فاك الشفرة ببوابات NAND، كما هو موضح في الشكل التالي لفاك شفرة من نوع 2 إلى 4 (2-to-4 Decoder)

في هذه الحالة يكون الخرج معكوساً، وبالتالي فإن طرف الخرج النشط تظهر فيه القيمة المنطقية 0، و أطراف الخرج الأخرى (غير النشطة) تظهر في كل منها القيمة المنطقية 1. و نقول في مثل هذه الحالة أن فاك الشفرة ذو خرج نشط منخفض (Active Low Outputs). و كثيراً ما يستخدم مصطلحي منخفض (Low) و مرتفع (High) للإشارة إلى حالة أطراف الخرج (أو أطراف الدخول) في الدوائر المنطقية، لأنه عادة ما يتم تمثيل القيمة المنطقية 0 في تلك الدوائر بجهد كهربائي منخفض (مثلاً 0V)، و القيمة المنطقية 1 بجهد كهربائي مرتفع (مثلاً +5V).

تدريب

وضح المخطط المنطقي و جدول الصواب، ثم اكتب التعبيرات المنطقية لفاك الشفرة من نوع 2 إلى 4 بخرج نشط منخفض (2-to-4 Decoder with Active Low Outputs) الموضح الدائرة المنطقية له أعلاه.

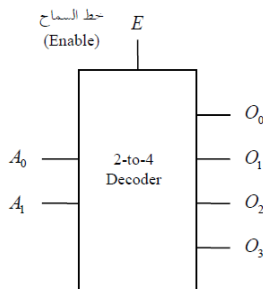
وضوح المخطط المنطقي و جدول الصواب، ثم اكتب التعبيرات المنطقية و ارسـم الدائرة المنطقية لـ:

(أ) فاك شفرة من نوع 1 إلى 2 (1-to-2 Decoder).

(ب) فاك شفرة من نوع 3 إلى 8 (3-to-8 Decoder).

فاك الشفرة مع خط السماح (Decoder with Enable Line)

(2-to-4 Decoder with Enable)



E	A ₁	A ₀	O ₃	O ₂	O ₁	O ₀
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0

ويمكن كتابة جدول الصواب بصورة مختصرة كالتالي

E	A ₁	A ₀	O ₃	O ₂	O ₁	O ₀
0	x	x	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0

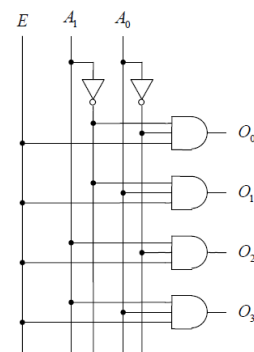
$$O_0 = E \bar{A}_1 \bar{A}_0$$

$$O_1 = E \bar{A}_1 A_0$$

$$O_2 = E A_1 \bar{A}_0$$

$$O_3 = E A_1 A_0$$

ملاحظة: طالما كان خط السماح E=0 تكون جميع أطراف الخرج ل Decoder غير نشطة. وإذا كانت E=1 يكون الخرج نشط. وهذا يعرف Active High عكس ذلك يعرف Active Low



فاك الشفرة مع خطوط السماح المتعددة (Multiple Enable Line Decoder)

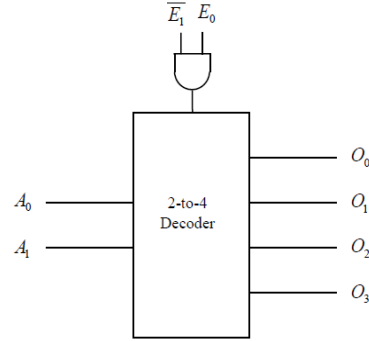
في بعض الأحيان قد يكون للدائرة ما أكثر من خط سماح واحد، ترتبط مع بعضها البعض بعمليات منطقية، و تعمل معاً على إبطال عمل الدائرة أو السماح لها بالعمل. مثلاً

تدريب

وضح جدول الصواب، ثم اكتب التعبيرات المنطقية و ارسـم الدائرة المنطقية لفاك الشفرة من نوع 2 إلى 4 بخطي سماح الموضح المخطط المنطقي له أعلاه.

تدريب

وضح المخطط المنطقي و جدول الصواب، ثم اكتب التعبيرات المنطقية و ارسـم الدائرة المنطقية لفاك شفرة من نوع:
(أ) 3 إلى 8 بخط سماح (3-to-8 Decoder with Enable).
(ب) 3 إلى 8 بخط سماح و خرج نشط منخفض (3-to-8 Decoder with Enable and Active Low Outputs).
(ج) 3 إلى 8 بخط سماح نشط منخفض (3-to-8 Decoder with Active Low Enable).

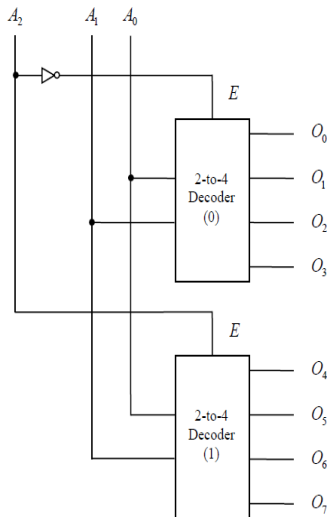


خطا السماح E_0 و E_1 هنا مرتبطان بعملية AND، و شرط عمل الدائرة هنا هو أن يكون $\overline{E_1}E_0 = 1$ ، أي أن يكون $E_0 = 1$ و $E_1 = 0$.

الاستخدام الأساسي لفاك الشفرة Decoder

لفاك الشفرة استخدامات عديدة، إلا أن أهم تلك الاستخدامات هو استخدامه في دوائر الذاكرة (Memory)، بأنواعها المختلفة، للوصول إلى موقع معين من مواقع الذاكرة عن طريق عنوانه. فلكل موقع من مواقع الذاكرة عنوان (Address) خاص به، و للوصول إلى ذلك الموقع يتم وضع عنوانه على أطراف العنوان لفاك الشفرة، فينشط طرف الخرج في فاك الشفرة المتصل بذلك الموقع و يقوم بفتح الموقع لعمليات القراءة (Read) أو الكتابة (Write). أي أن مهمة فاك الشفرة هي الربط ما بين مواقع الذاكرة و عناوينها.

رابط دوائر فاك الشفرة Decoder



يمكن أن يتم ربط عدد من الوحدات الصغيرة من دوائر Decoder لبناء وحدة كبيرة. مثلاً، يمكن ربط وحدتي فاك شفرة من نوع 2 إلى 4 لبناء فاك شفرة من نوع 3 إلى 8،

نلاحظ أن وحدات Decoder المطلوب ربطها يجب أن تكون مزودة بخط سماح Enable

قمنا هنا بتقسيم جدول الصواب إلى نصفين، النصف الأعلى يقابل الوحدة الأولى (0)، والنصف الأسفل يقابل الوحدة

الثانية (1). و من الجدول يمكن أن نلاحظ الاتي

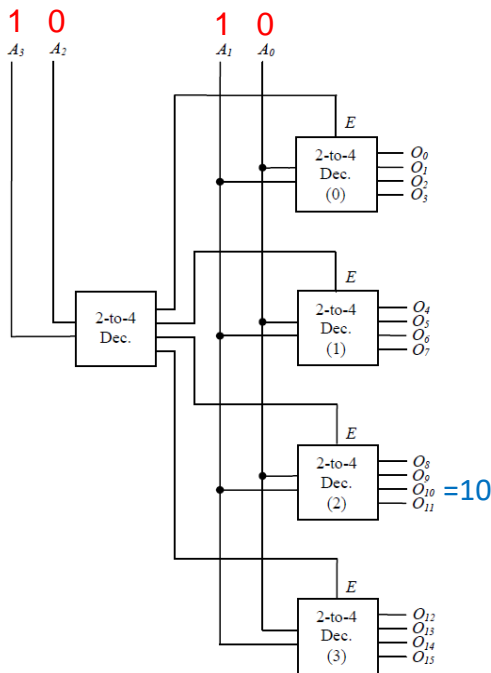
من جدول الصواب Decoder من نوع 3 إلى 8 الموضح أدناه يمكن توضيح طريقة الربط

A_2	A_1	A_0	O
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

1. أطراف الخرج للوحدة الكبيرة، وعددها هنا هو 8، موزعة بالتساوي ما بين الوحدات الصغيرة. مع ضرورة ترتيب الوحدات ومراعاة الترتيب.

2. أطراف العنوان الدنيا، وهي أطراف العنوان التي تظهر في كل وحدة من الوحدات الصغيرة المطلوب ربطها، وهي هنا عبارة عن الطرفين A_1 و A_0 ، تكون مشتركة. والسبب في ذلك إن قيم هذه الأطراف تكون متشابهة في نصفي جدول الصواب الأعلى والأسفل.

3. طرف العنوان الأعلى A_2 يستخدم في اختيار الوحدة النشطة (Active Unit) من بين الوحدات المربطة مع بعضها البعض، وذلك عن طريق خطوط السماح (Enable) لتلك الوحدات.



مثال على ربط دوائر Decoder

• وضع طريقة ربط وحدات Decoder 2to4 لبناء Decoder 4to16

الحل:

الخطوة الأولى: تحديد عدد الوحدات الصغيرة التي تحتاج إليها في البناء، وذلك بملاحظة عدد أطراف الخرج للوحدة الصغيرة وعدد أطراف الخرج للوحدة الكبيرة المطلوب بناءها. أي أننا نحتاج إلى أربعة وحدات Decoder 2to4

الخطوة الثانية: هي جدول الصواب للوحدة الكبيرة، Decoder 4to16

الخطوة الثالثة هي عملية الربط:

1. أطراف الخرج للوحدة الكبيرة موزعة بالتساوي ما بين الوحدات الصغيرة.

2. أطراف العنوان A0, A1 مشتركة.

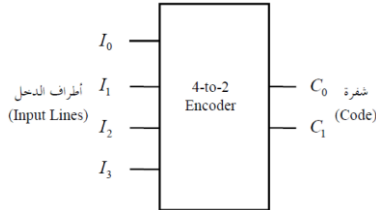
3. أطراف العنوان A2, A3 تستخدم في اختيار الوحدة النشطة. ونستعين في اختيار الوحدة النشطة هنا ب Decoder 2to4.

A_3	A_2	A_1	A_0	O
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

المشفرة (Encoder)

2^N Input Lines
N Output Lines

(4-to-2 Encoder) $2^n = 4$



لتسمية Encoder، نذكر في الاسم عدد أطراف الدخل ثم عدد أطراف الخرج وبينهما كلمة إلى (to)

I_3	I_2	I_1	I_0	C_1	C_0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

كما هو واضح من التسمية فإن المشفر (Encoder) يؤدي عكس الوظيفة التي يؤديها فك الشفرة (Decoder). حيث أن المشفر عبارة عن دائرة منطقية لها عدة أطراف دخل (Input Lines)، ويكون واحد فقط من أطراف الدخل هذه نشطاً (Active)، أي مساوياً 1، أما بقية أطراف الدخل تكون غير نشطة، أي مساوية 0. خرج الدائرة عبارة عن شفرة (Code) تمثل طرف الدخل النشط.

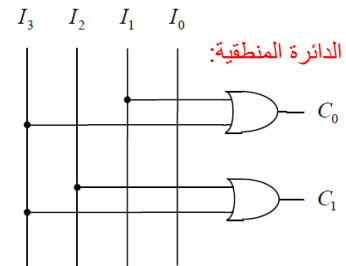
التعبيرات المنطقية:

باستخدام الحدود الصغرى (minterms)

$$C_0 = I_1 + I_3$$

$$C_1 = I_2 + I_3$$

لاحظ أن جدول الصواب مختصر، تظهر فيه احتمالات الدخل الواردة فقط، وعددها أربعة، حيث أن طريقة عمل المشفر تشترط أن يكون طرف واحد فقط من أطراف الدخل نشطاً. أما جدول الصواب الكامل فيحتوي على 16 احتمال دخل، الخرج المقابل لل 12 احتمال دخل غير الواردة منها عبارة عن قيم غير محددة (Don't Cares).



نلاحظ أن الدائرة المنطقية Encoder تتكون أساساً من مجموعة من بوابات OR بعدد أطراف الخرج.

المشفرة (Encoder)

تدريب

قمنا بكتابة التعبيرات المنطقية المختصرة لدائرة المشفر من نوع 4 إلى 2 الموضحة أعلاه مباشرة من جدول الصواب المختصر، وذلك باستخدام أسلوب غير تقليدي. المطلوب الآن إتباع الأسلوب التقليدي للوصول إلى نفس التعبيرات المختصرة، وذلك كالتالي:

- إنشاء جدول الصواب الكامل.
- كتابة التعبيرات المنطقية في صورة: - مجموع الحدود الصغرى (Sum of minterms).
- مضروب الحدود الكبرى (Product of Maxterms).
- تبسيط التعبيرات المنطقية في كلا صورتين باستخدام مخططات كارنو.

تدريب

وضح المخطط المنطقي و جدول الصواب، ثم اكتب التعبيرات المنطقية و ارسم الدائرة المنطقية لمشفر من نوع 8 إلى 3 (8-to-3 Encoder).

Thank you